

Producción Limpia y Energía Renovable

Estudio del Potencial de Exportación de Energía Eólica de México a los Estados Unidos

MARZO 2009

Esta publicación fue producida y revisada por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y preparada por PA Government Services, Inc.

PA Government Services Inc., Washington, DC, subsidiaria de PA Consulting Group (http://www.paconsulting.com), preparó este reporte. Los autores principales son Manuel Luengo y Mark Oven.

El trabajo para este reporte se realizó bajo el contrato USAID No. EPP-I-03-03-00008-00.

Para mayor información, por favor contacte a Susan Wofsy, Asesora en Medio Ambiente, USAID/México: swofsy@usaid.gov tel: +52 55 5080-2455.

Estudio del Potencial de Exportación de Energía Eólica de México a Estados Unidos

RESUMEN EJECUTIVO

A pesar de compartir más de 3,000 km de frontera, el comercio de energía eléctrica entre México y Estados Unidos es relativamente limitado, representando menos del 0.5% del consumo ya sea de México o de los estados de California y Texas. Sin embargo, la adopción en esos estados fronterizos de metas obligatorias para la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, ha generado una fuerte demanda que representa una oportunidad de desarrollo para el sector mexicano de generación de energía eólica para exportación.

Considerando la cartera actual de proyectos eólicos, para el año 2010 México contaría con un potencial de producción de energía eólica de alrededor de 10,000 MW de clase I y II, y tiene perspectivas de desarrollar aproximadamente 4,000 MW adicionales para el 2012. El mayor potencial de desarrollo al 2012 se concentra en los estados de Oaxaca (2,600 MW) y Baja California (1,400 MW).

El mayor potencial para la exportación de energía eólica en México se encuentra en el mercado californiano, ya que, al menos actualmente, en el de Texas el nivel de demanda es prácticamente inexistente dado que ya han alcanzado sus metas de producción con base a fuentes de energía renovables. Del lado mexicano, el estado de Baja California muestra el mayor potencial de exportación en el corto plazo, tanto por su cercanía al mercado californiano, como por sus importantes recursos eólicos y los proyectos en curso.

La elevada demanda de energía generada a partir de fuentes renovables en el mercado californiano guarda relación con las metas obligatorias de producción con renovables establecidas bajo el California Renewable Portfolio Standards (RPS). Para el año 2010 las compañías eléctricas californianas deberán generar un 20% de su producción con fuentes renovables y, para el 2020, un 33%. Para alcanzar la primera meta, el mercado californiano requiere producir 2,600 MW adicionales y, para la segunda, aproximadamente 10,000 MW adicionales. Por ser metas sumamente ambiciosas, ofrecen una importante oportunidad para las exportaciones mexicanas de electricidad generada con energía eólica.

Para exportar al mercado californiano, los proyectos eólicos en el estado de Baja California cuentan tan sólo con una capacidad de transmisión de 800 MW operados conjuntamente por CFE y SDG&E, y dos líneas privadas de 310 MW (Intergen) y 1,200 MW (Sempra). También existen deficiencias en materia de puntos de interconexión internacional, que afectarían el desarrollo del potencial exportador del estado. No se observan suficientes proyectos a mediano plazo para superar esta barrera y el costo de construcción de líneas de transmisión y puntos de interconexión por parte de los desarrolladores de proyectos eólicos en Baja California podría afectar su competitividad en el mercado californiano.

En el caso de Oaxaca y otras regiones del país atendidas por la red de la CFE, el principal problema de transmisión e interconexión es que no existe actualmente interconexión con el sistema de Baja California y la interconexión con el estado de Texas está orientada al manejo de emergencia, más que al comercio fronterizo de electricidad. Por otra parte, no se trata de líneas dedicadas a la transmisión de energía producida a partir de fuentes renovables, lo que podría plantear ciertas limitaciones regulatorias en el mercado de EE.UU. Si bien existe un proyecto para interconectar la red de la CFE con el sistema de

Baja California -que es el punto óptimo de interconexión con el mercado californiano- este proyecto entraría en operación hasta el 2013.

Adicionalmente, los proyectos eólicos mexicanos para exportación de energía enfrentan diversas barreras regulatorias y económicas. Destaca el hecho de que tienen que demostrar que cumplen tanto con la normatividad ambiental de México como con la del estado de California, lo que aumenta el costo y el tiempo requeridos para obtención de los permisos necesarios para vender electricidad en el mercado californiano.

Otra barrera importante es la ventaja competitiva que tienen los generadores eólicos localizados en California al recibir un subsidio gubernamental (bajo la forma de un crédito a la producción) de US 19/MWh, mientras que el productor eólico mexicano no recibe subsidios equivalentes. Sin embargo, se están realizando gestiones en México para que el reglamento de la reciente Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), permita el acceso a los productores eólicos a los recursos del Fondo Verde creado bajo dicha Ley, para compensar esta ventaja competitiva que tienen los generadores eólicos en EE. UU.

Una incertidumbre adicional, principalmente para las exportaciones de energía eólica desde Oaxaca y otras regiones mexicanas productoras, es la incertidumbre sobre las tarifas que aplicaría la CFE para el acarreo de electricidad desde el punto de producción a la frontera con EE. UU.

La naturaleza y los importantes efectos de estas barreras hace recomendable fortalecer la cooperación entre las diferentes instituciones del mercado eléctrico a ambos lados de la frontera, tanto con las autoridades regulatorias (CPUC, CEC, CAISO y CRE), como con las compañías eléctricas (SDG&E, SCE, PG&E y CFE). En particular, dichas instituciones podrían contribuir a la simplificación del marco regulatorio asociado a la exportación/importación de energía eólica, así como viabilizar las opciones de transmisión de energía eléctrica y de interconexión a los desarrolladores de parques eólicos mexicanos. Un objetivo de esta cooperación sería impulsar, apoyar y acelerar el desarrollo de proyectos de transmisión eléctrica que aumenten la capacidad de exportación/importación entre ambos países.

En el contexto nacional mexicano, los principales puntos de agenda son, entre otros: Impulsar y acelerar el desarrollo de líneas de transmisión e interconexiones que faciliten la exportación de energía eólica y de otras fuentes renovables a los EE. UU., en particular la interconexión entre la red de la CFE y el sistema de Baja California; encontrar soluciones de transmisión e interconexión para impulsar la exportación de electricidad generada con recursos eólicos desde otros centros nacionales de producción con potencial de exportación, como sería la región de Oaxaca y acelerar la reglamentación de la LAERFTE canalizando a los generadores recursos que aseguren su competividad en igualdad de condiciones en el mercado de EE. UU.

Cabe señalar que, si bien se reconoce la importancia (en términos de la rentabilidad de las inversiones y otros flujos financieros) de la participación de proyectos eólicos mexicanos en el MDL y otros mecanismos que operan en el mercado internacional de carbono, el enfoque de este estudio está principalmente sobre la exportación de electricidad al mercado californiano. Si bien éste ofrece un potencial considerable, también impone, bajo el RPS, requerimientos de cumplimiento y de elegibilidad que

podrían imponer límites a la participación de los proyectos en el MDL y otros mecanismos del mercado internacional de carbono.

Contenido

Índice de Tablas

Índice de Figuras

INTRODUCCIÓN

A pesar de compartir más de 3,000 km de frontera, el comercio de energía eléctrica entre México y Estados Unidos es relativamente limitado, representando menos del 0.5% del consumo ya sea de México o de los estados de California y Texas. Sin embargo, la adopción en esos estados fronterizos de metas obligatorias para la producción de electricidad a partir de fuentes renovables ha generado una fuerte demanda que representa una oportunidad de desarrollo para el sector mexicano de generación de energía eólica para exportación.

En la Tabla 1 se muestran las exportaciones e importaciones de electricidad por entidad federativa mexicana en el período 1997-2007. Se observa que, en los últimos años, el comercio internacional de energía eléctrica se ha concentrado en el Estado de Baja California, al cual correspondieron en el 2007 el 83.45% de las exportaciones y el 96% de las importaciones.

Tabla 1. Comercio de Energía Eléctrica México-Internacional, 1997-2007 (GWh)

Entidad federativa	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Exportaciones											
Chiapas[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2
Baja California[2]	17	45	31	66	112	164	765	770	1,037	1,072	1,211
Tamaulipas[3]	6	-	-	2	1	-	-	-	-	16	13
Quintana Roo[4]	28	31	100	127	158	180	188	236	253	209	225
Total	**51**	**76**	**131**	**195**	**271**	**344**	**953**	**1,006**	**1,291**	**1,299**	**1,451**
Importaciones											
Baja California[2]	406	480	646	927	82	311	45	39	75	514	266
Sonora[5]	3	3	4	4	4	5	5	6	6	6	6
Chihuahua[6]	1,101	1,022	7	129	235	189	21	2	6	3	3
Tamaulipas[3]	-	2	2	9	6	26	-	-	-	1	3
Total	**1,510**	**1,507**	**659**	**1,069**	**327**	**531**	**71**	**47**	**87**	**523**	**277**
Balance neto exportación-importación	-1,459	-1,431	-528	-874	-56	-187	882	959	1,204	776	1,174

[1] Guatemala.
[2] Coral Power L. L. C., San Diego Gas & Electric y Sempra Energy Solutions.
[3] Central Power & Light (CPL) (EUA).
[4] Belize Electricity Board (Belice).
[5] Sasabe Trico Electric Cooperative y Santa Cruz (UNS Electric) (EUA).
[6] Rio Grande Cooperative Inc. y American Electric Power (EUA).

Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2008-2017. SENER
Nota: Los datos de exportación o importación provienen del servicio público y no se considera el comercio exterior que realizan los permisionarios

Esta tendencia de mercado es observable desde el 2002 y es previsible que continúe en los próximos años mientras avanza el fortalecimiento de la infraestructura de transmisión e interconexión entre México y los Estados Unidos. De las nueve interconexiones existentes entre Estados Unidos y México, sólo cuatro funcionan de manera permanente; las cinco restantes están reservadas para situaciones de emergencia. Esta situación es aún más crítica para el desarrollo del mercado de exportación de energía a los EE. UU. si se tiene en cuenta que la red de la CFE no está conectada al sistema de Baja California,

que es el principal mercado potencial para exportaciones mexicanas de electricidad producida con fuentes eólicas.

El aumento del comercio de energía eléctrica entre México y Estados Unidos registrado en los últimos años, responde principalmente a desarrollos regulatorios a ambos lados de la frontera:

- **La participación del sector privado en el sector eléctrico mexicano.-** A partir del año 1992, una reforma a la ley del servicio público de energía eléctrica permitió la incorporación de diferentes modalidades de participación privada en la generación de energía eléctrica, incluyendo la exportación e importación. Esto ha aumentado el interés por la generación de energía a partir de fuentes renovables, particularmente la eólica; y,

- **La adopción de mínimos regulatorios de generación a partir de fuentes renovables de energía en EE. UU.**– A partir 1997, un número creciente de estados ha establecido metas de generación a partir de fuentes renovables, destacando los programas de Texas y California. De particular importancia para las exportaciones de energía eólica de México al mercado californiano es el California Renewable Portofolio Standards (RPS), que ha generado una fuerte demanda de energía de fuentes renovables, como se discute con más detalle en este estudio.

Estos desarrollos regulatorios a ambos lados de la frontera, representan para México oportunidades de exportación de energía limpia a EE. UU. y particularmente de electricidad producida a partir de fuentes eólicas. Consecuentemente, como parte del proyecto de Producción más Limpia y Energías Renovables de USAID/México, el presente estudio analiza de manera específica el potencial de exportación de energía eólica de México a los estados fronterizos de Texas y California.

En el **Capítulo 1** se analiza el potencial de energía eólica de México, comparándolo con la demanda de energía limpia en Texas y California. En el **Capítulo 2** se describe la infraestructura existente y en etapa de planeación para las interconexiones existentes entre EE. UU. y México, como base para determinar el potencial de exportación de electricidad de fuentes eólicas a EE. UU. En el **Capítulo 3** se analiza el marco legal y regulatorio para el intercambio de energía eléctrica entre EE. UU. y México. En el **Capítulo 4 s**e analizan las barreras existentes a la exportación de electricidad de fuentes eólicas de México a EE. UU. Finalmente, en el **Capítulo 5** se hacen recomendaciones para superar dichas barreras y para el desarrollo de las exportaciones de electricidad de fuentes eólicas de México a EE. UU.

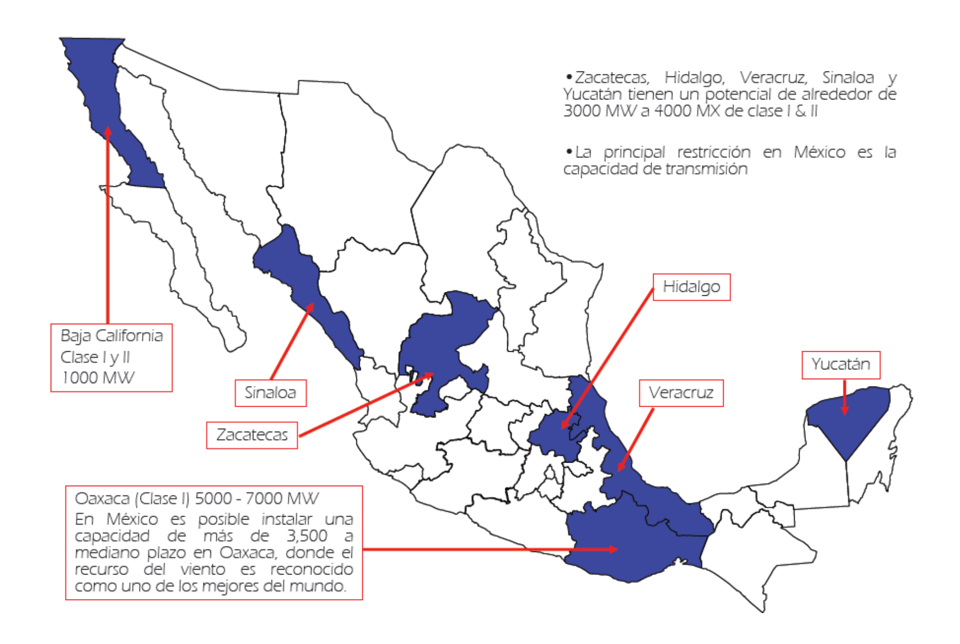
Cabe señalar que, si bien se reconoce la importancia (en términos de la rentabilidad de las inversiones y otros flujos financieros) de la participación de proyectos eólicos mexicanos en el MDL y otros mecanismos que operan en el mercado internacional de carbono, el enfoque de este estudio está principalmente sobre la exportación de electricidad al mercado californiano. Si bien éste ofrece un potencial considerable, también impone bajo el RPS requerimientos de cumplimiento y de elegibilidad, que podrían imponer límites a la participación de los proyectos en el MDL y otros mecanismos del mercado internacional de carbono.

1 Análisis de Mercado

1.1 Visión panorámica del potencial de energía eólica en México y de la demanda en EE. UU.

Considerando la cartera actual de proyectos eólicos, para el año 2010 México contaría con un potencial de producción energía eólica de alrededor de 10,000 MW de clase I y II. Sin embargo, habría perspectivas de desarrollar aproximadamente 4,000 MW adicionales para el 2012. El mayor potencial de desarrollo al 2012 se concentra en los estados de Oaxaca (2,600 MW) y Baja California (1,400 MW).

Figura 1. Distribución Geográfica del Potencial de Energía Eólica en México



Fuente*:* AMDEE

Según se puede observar en la Figura 1,el mayor potencial se concentra principalmente en el estado de Oaxaca, estimándose en 5,000-7,000 MW en el llamado corredor eólico del Istmo de Tehuantepec, que presenta una de las mejores condiciones eólicas a nivel mundial, con un factor de planta que puede llegar a superar el 45%.

Si bien en el caso de Baja California el mapa de AMDEE estima un potencial de 1,000 MW de energía eólica Clase I y II, otras proyecciones, como se verán más adelante, estiman un potencial mayor, de hasta 1,800 MW (US DOE/NREL) y 2,400 MW (RETI).

En el resto del país se estima de manera agregada un potencial adicional de 3,000 a 4,000 MW.

El estado de California tiene una alta demanda para electricidad generada a partir de fuentes renovables, dada la elevada meta de su RPS que exige un 20% y un 33% de generación a partir de fuentes renovables para los años 2010 y 2020, respectivamente.

En la actualidad, California requiere 2,600 MW adicionales de generación renovable para cumplir con la meta establecida por el RSP para el año 2010 y aproximadamente 10,000 MW adicionales para cumplir con la meta establecida para el año 2020. Esto representa un mercado potencial atractivo para la exportación mexicana de energía eólica.

En el corto y mediano plazo, las posibilidades de exportación al mercado californiano se concentran en el estado de Baja California, considerando: a) la desconexión del sistema eléctrico de Baja California con la red de la CFE que sirve a otras regiones productoras del país; b) la muy baja capacidad de interconexión con el estado de Texas; y, c) y la baja demanda de importación de energía renovable en el mercado Texas.

1.2 Perspectivas para el desarrollo de proyectos eólicos en Baja California

Existe una elevada concentración de recursos eólicos en el Estado de Baja California, donde las mejores condiciones de viento se encuentran a lo largo de la Sierra de Juárez, en especial en la región de La Rumorosa.

Si bien en la Figura 2 los estudios de US DOE NREL señalan que existe un potencial de 500-1,800 MW de generación eólica en el estado de Baja California, otros estudios sugieren que existe un potencial significativamente mayor, incluyendo en las estimaciones otras áreas de la Sierra de Juárez. Por otra parte, la iniciativa del estado de California para la transmisión de energía renovable (RETI), estimó a finales del 2008 que Baja California Norte tendría un potencial eólico de 2,400 MW, y existen también estimaciones de otras fuentes que señalan a un potencial de hasta 10,000 MW.

Figura 2. Distribución Geográfica de los Recursos Eólicos en Baja California Norte

Fuente: US DOE NREL Baja California Norte wind velocity map

Otro indicativo importante, incluso sugerente de un potencial aún mayor que el estimado por RETI, es que el operador del sistema eléctrico de California (CAISO) ha recibido solicitudes de interconexión internacional en relación a cinco proyectos eólicos localizados en el estado de Baja California, con una capacidad agregada de 3,020 MW y cuya entrada en operación tendrían lugar entre Junio 2009 y Mayo 2011, según se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Solicitudes de Interconexión Internacional de Proyectos Eólicos en Baja California Norte

Localización del proyecto	Punto de interconexión propuesto	Capacidad (MW)	Fecha propuesta de entrada en operación
La Rumorosa, BC	SDG&E 500kV Imperial Valley-Miguel transmission line	400	Jun-2009
La Rumorosa, BC	SDG&E Imperial Valley 500kV bus	1000	Dic-2011
Mexicali/Ensenada/ Tecate	SDG&E Imperial Valley 230kV Substation	500	Jun-2010
La Rumorosa, BC	SDG&E 500kV Imperial Valley-Miguel transmission line	300	Nov-2009
La Rumorosa, BC	SDG&E New 230/500kV substation near the 500kV IV-ML line	400	Dic-2010
La Rumorosa, BC	SDG&E Imperial Valley-Miguel 500kV	420	May-2011
	Total	**3,020**	

Fuente: California ISO Generator Interconnection Queue (Febrero 2009)

Sin embargo, no existen en la actualidad en Baja California[1] proyectos eólicos que estén exportando comercialmente energía al mercado californiano, aunque el proyecto de Fuerza Eólica/Clipper Windpower ha obtenido de la CRE un permiso de exportación por 300 MW.

Esta situación podría cambiar significativamente en el mediano y largo plazo, considerando que en la actualidad hay empresas que están desarrollando activamente nuevos parques eólicos en Baja California, destacándose las siguientes:

- **Unión Fenosa / Zemer Energía (400-1,000 MW).** En el año 2007, Unión Fenosa adquirió una participación mayoritaria en la empresa mexicana Zemer con el objetivo de desarrollar un parque eólico en la zona de La Rumorosa. Pese a que el consorcio UF/Zemer no ha solicitado aún a la CRE un permiso de exportación, tiene como meta instalar 400 MW en el año 2009, con posibilidades de expandir dicha capacidad en el futuro hasta 1,000 MW.

- **Fuerza Eólica / Clipper Windpower (300 MW).** La compañía mexicana Fuerza Eólica de Baja California es el único desarrollador que ha obtenido un permiso de la CRE para exportar energía eólica. Está trabajando en asociación con la empresa manufacturera de turbinas eólicas Clipper Windpower, con el objetivo de iniciar la construcción del parque eólico en el 2009.

- **Sempra Generation (250-1,000 MW).** Sempra Generation anunció en 2007 la adquisición de terrenos en la zona de La Rumorosa con la intención de desarrollar (a través de su filial en México, Energía Sierra Juárez) un parque eólico de 250 MW, pero con potencial de hasta 1,000 MW,.Posteriormente, aseguró la venta a Southern California Edison de la energía eléctrica que produciría, bajo un PPA de 20 años asociado al programa RPS. Sempra ya ha solicitado a CAISO un permiso de interconexión por 1,000 MW que se prevé entrará en operación a finales del año 2011 o principios del 2012.

1.3 Perspectivas de desarrollo de proyectos eólicos en Oaxaca

En la Tabla 3 se muestra el desarrollo de proyectos eólicos en el estado de Oaxaca, donde se prevee una capacidad total de 2,581 MW para el año 2012, de la cual 594 MW corresponden a la CFE y 1,987 MW a la modalidad de autoabastecimiento. Estos proyectos no están siendo desarrollados con objetivos de exportación a EE. UU. Sin embargo, el potencial eólico de Oaxaca, estimado en aproximadamente 10,000 MW, permitiría el desarrollo de proyectos eólicos para el mercado a la exportación, una vez que la línea de interconexión con el sistema de Baja California esté operando, presumiblemente en el 2013.

También se requeriría resolver posibles problemas regulatorios para vender en el mercado californiano electricidad generada con fuentes eólicas transmitidas por una red nacional en que concurren muchas otras fuentes de generación.

[1] Existe un aerogenerador aislado de 0.6 MW de la CFE en Guerrero Negro en Baja California Sur y se acaba de licitar en el mismo estado un proyecto de autoabastecimiento de 10 MW.

Por otra parte, no existe actualmente en Texas una demanda de importación de electricidad de fuentes eólicas. De hecho, en el año 2008, con 7,116 MW de energía eólica, en Texas ya se han sobrepasado las metas mínimas de capacidad de energía renovable para el año 2015 (5,880 MW). Teniendo en cuenta la capacidad adicional con fuentes renovables actualmente en construcción en Texas (1,651 MW), su mercado interno está cercano a cumplir la meta para el año 2025 (10,000 MW)[2].

Tabla 3. Proyectos Eólicos en la Región de Oaxaca

Proyecto	Modalidad	Capacidad bruta instalada (MW)							
		1997	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Total Anual		**2**	**86**	**330**	**369**	**1,077**	**616**	**101**	**2,581**
CFE		2	86	0	203	101	101	101	**594**
Autoabastecimiento		0	0	330	166	976	515	0	**1,987**
CFE - En operación									
La Venta	RP	2							
La Venta II	OPF		86						
Subtotal		**2**	**86**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**87**
CFE - En licitación									
La Venta III	PIE				101				
Subtotal		**0**	**0**	**0**	**101**	**0**	**0**	**0**	**101**
Nueva Temporada Abierta									
Eurus	AA			250					
Parques ecológicos de México	AA			80					
Subtotal		**0**	**0**	**330**	**0**	**0**	**0**	**0**	**330**
Proyectos Inmediatos									
BII Nee Stipa Energía Eólica	AA				26				
Eoliatec del Istmo (1ra Etapa)	AA				22				
Eléctrica del Valle de México	AA				68				
Fuerza Eólica del Istmo (1ra Etapa)	AA				50				
Subtotal		**0**	**0**	**0**	**166**	**0**	**0**	**0**	**166**
Temporada Abierta									
Oaxaca I, II, III, IV (CFE)	PIE				101	101	101	101	406
Eoliatec del Istmo (2a Etapa)	AA					142			
Eoliatec del Pacífico	AA					160			
Fuerza Eólica del Istmo (2a Etapa)	AA					50			
Preneal México	AA					396			
Unión Fenosa Generación México	AA					228			
Gamesa Energía	AA						288		
Desarrollos Eólicos Mexicanos	AA						227		
Subtotal		**0**	**0**	**0**	**101**	**1,077**	**616**	**101**	**1,897**

RP: Recursos Propios, OPF: Obra Pública Financiada, PIE: Productor Independiente de Energía, AA: Autoabastecimiento

En la actualidad, ningún proyecto eólico de los desarrollados en Oaxaca está orientado a la exportación al mercado de EE. UU. Esto se debe a tres razones principales: a) No existe demanda en Texas para la importación de electricidad generada con fuentes renovables; b) a través de la modalidad de autoabastecimiento remoto, el desarrollador oaxaqueño tiene acceso a un importante mercado en México con precios elevados de energía eléctrica, por lo que el mercado nacional ofrece posibilidades que pueden ser relativamente más atractivas que el de exportación; c) al tener que utilizar la red de transmisión de la CFE, podría ser regulatoriamente difícil garantizar bajo el RSP, la procedencia de la electricidad y su calificación como de fuente renovable y d) la interconexión con el sistema de Texas tiene capacidad limitada, parte de la cual está dedicada a situaciones de emergencia.

[2] State Energy Conservation Office (SECO), and AWEA websites

Aunque los productores de energía eólica oaxaqueños pudieran canalizar sus exportaciones de electricidad a través de las conexiones de la red nacional de la CFE con el mercado del estado de Texas, no existe ni hay perspectiva de que se desarrolle en este mercado una demanda para la importación de energía de fuentes renovables desde México.

Al no estar interconectadas la red nacional de la CFE y la de Baja California, tampoco tienen los productores de energía eólica en Oaxaca la posibilidad de apuntar a exportaciones directas al mercado californiano. Sin embargo, esta situación puede cambiar en el mediano plazo, considerando que se prevé la interconexión del SIN con el sistema de Baja California para el 2013, lo que facilitaría la exportación al mercado californiano de proyectos eólicos en Oaxaca y otras regiones de México, asumiendo que se puedan resolver satisfactoriamente problemas regulatorios y de tarifas de acarreo competitivas.

Por otra parte, los problemas de competitividad de las exportaciones mexicanas en relación a los subsidios que reciben los productores en EE.UU. también tendrían que resolverse satisfactoriamente, al igual que en el caso de las exportaciones de fuentes eólicas desde Baja California.

1.4 Demanda potencial de energía renovable en California y Texas

1.4.1 Las metas de producción de energía a partir de fuentes renovables en California

En el año 2002, el gobierno del estado de California aprobó el *Senate Bill 1078* que establece las metas de producción de energía renovable por medio del California Renewables Portfolio Stadards (RPS). Originalmente, bajo esta regulación las empresas eléctricas debían incrementar al menos en un 1% anual, la participación de las fuentes renovables en su capacidad total de generación, con el objetivo de alcanzar un 20% en el año 2017. En el año 2003, se revisó esta meta y se establecieron una meta del 20% para el año 2010 y del 33% para el año 2020. Estas metas se consideran como las más agresivas de todo EE. UU.

Para cumplir con el objetivo del 20% de generación renovable en el año 2010, se necesitaría aumentar la cantidad de energía eléctrica renovable del nivel actual de 22,393 GWh/año en 2007 a 35,856 GWh/año en 2010, lo que supone una adición de nueva capacidad de unos 2,600 MW. La Tabla 4 muestra que, a pesar de que la cantidad de energía generada con fuentes de energía renovable en California está aumentando, el porcentaje sobre las ventas totales ha ido disminuyendo con el tiempo situándose en el 12.7% en el año 2007. Teniendo en cuenta el objetivo del 33% para el 2020, esta cifra se eleva a 70,000 GWh/año adicionales, lo que supondría unos 10,000 MW adicionales de capacidad.

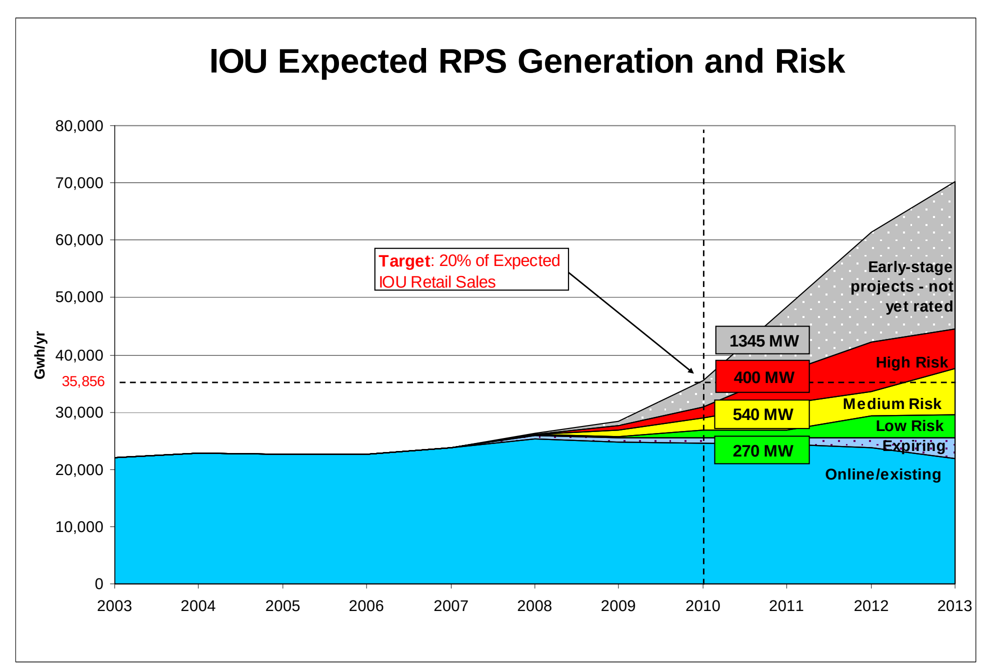
Tabla 4. Avance del Cumplimiento de las Metas de Generación Renovable en California

		2003	2004	2005	2006	2007
PG&E	RPS Eligible GWh	8,828	8,575	8,543	9,114	9,047
	RPS GWh as % of bundled sales	12.4%	11.6%	11.7%	11.9%	11.4%
SCE	RPS Eligible GWh	12,613	13,248	12,930	12,706	12,465
	RPS GWh as % of bundled sales	17.9%	18.2%	17.2%	16.1%	15.7%
SDG&E	RPS Eligible GWh	550	678	825	900	881
	RPS GWh as % of bundled sales	3.7%	4.3%	5.2%	5.3%	5.2%
TOTAL	RPS Eligible GWh	21,991	22,500	22,298	22,719	22,393
	RPS GWh as % of bundled sales	14.0%	13.9% ⇩	13.6% ⇩	13.2% ⇩	12.7% ⇩

Fuente: California Public Utilities Commission Website.

La figura 3 muestra la capacidad adicional requerida para cumplir con la meta de 33% al 2020.

Figura 3. Evolución Esperada de la Generación Eléctrica Renovable en California



Fuente: California Energy Commission Website

Esta elevada demanda en el mercado californiano para energía de fuentes renovables implica un atractivo mercado para la energía eólica, dado que se sitúa entre las tecnologías renovables de menor costo, como se observa en la Figura 4

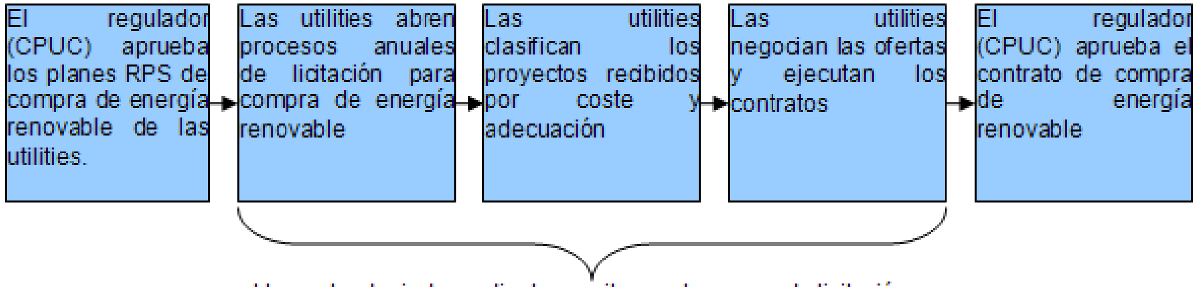
Figura 4. Costos de Generación Eléctrica de Energías Renovables por Tipo de Tecnología

Fuente: Renewable Energy Transmission Initiative. Phase 1A *report*

Sin embargo, para una estimación realista del potencial de exportación de electricidad de México a EE.UU. la consideración de factores de costos comparativos de energía entre las diversas fuentes de energía es sólo parte de la ecuación. Igualmente importante es la capacidad de suscribir contratos de largo plazo para la compra/venta de electricidad con las compañías eléctricas californianas, así como asegurar que los proyectos cumplan con las reglas de elegibilidad del RPS, pues éstas son las que permiten a las compañías eléctricas en California importar energía eólica de otros estados y de otros países colindantes, incluido México, para poder cumplir con las metas de generación de energía renovable.

Como muestra la Figura 3, el proceso de establecimiento de contratos de compra de energía eléctrica renovable entre productores independientes y las compañías eléctricas que tienen metas de generación renovable se realiza bajo un esquema de licitación anual en el que se clasifican los proyectos en función de su costo y su adecuación al sistema eléctrico. Los proyectos se van implementando una vez que se han negociado los contratos y han sido aprobados por el ente regulador.

Figura 5. Proceso de Establecimiento de Contratos de Energía Renovable en el Programa RPS en California



2 Infraestructura de transmisión entre México y EE. UU.

En la actualidad, la interconexión entre EE. UU. y México que funciona de manera permanente y que canaliza la mayor parte del intercambio comercial de energía entre ambos países, es la que conecta al estado de Baja California con el mercado californiano. Sin embargo, esta interconexión involucra tan sólo dos líneas de transmisión con una capacidad de hasta 800 MW, lo que es sin duda insuficiente para desarrollar razonablemente el potencial mexicano de exportación de energía eólica al mercado californiano. Como se ha señalado en la Sección 1, tan sólo los cinco proyectos en la zona de La Rumorosa de Baja California para los que se ha solicitado el permiso de CAISO suman 3,020 MW de capacidad adicional, muy por encima de los 800 MW de capacidad actual.

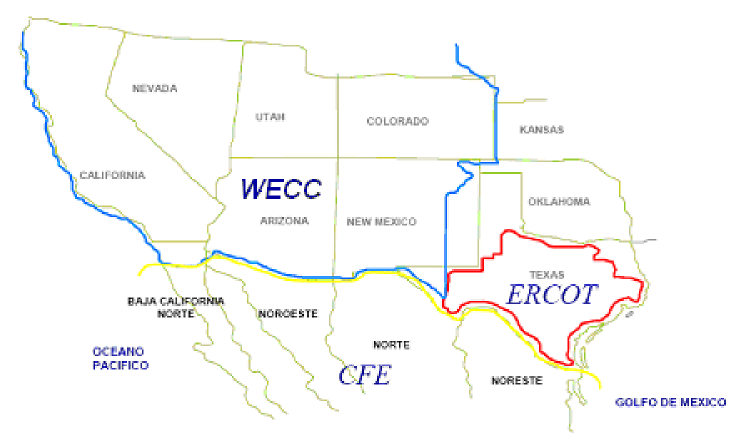
Por tanto, entre las principales barreras que concurren para el desarrollo de la energía eólica en Baja California para el mercado de exportación está, por una parte, la limitada infraestructura de transmisión existente y, por otra, la ausencia de planes para la expansión inmediata de la capacidad de transmisión e interconexión. Estas condiciones son necesarias para canalizar las expansiones de capacidad de generación previsibles en los próximos años de 5,000 a 10,000 MW, tanto de generación eólica como de generación con gas natural.

Para intentar resolver el problema de la transmisión asociado a la implementación del RPS en California, en el año 2007 se puso en marcha la iniciativa de transmisión de energía renovable (RETI), con un doble objetivo: a) identificar y cuantificar los recursos energéticos renovables y económicamente viables; y b) identificar las necesidades de capacidad de transmisión a los centros de consumo. El RETI ha incluido el análisis de la situación de transmisión y de interconexión con el estado de Baja California, ya que éste cuenta con uno de los mejores recursos renovables de toda el área estudiada. Esto representaría una oportunidad para el financiamiento de líneas de transmisión que permitan canalizar al mercado californiano la energía de los proyectos eólicos en México.

2.1 Sistemas de intercambio eléctrico en operación

El comercio de energía eléctrica entre México y EE.UU. se realiza por medio del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de México y dos operadores de sistemas regionales de transmisión de EE.UU. WECC y ERCOT, según se ilustra en la Figura 6:

Figura 6. Sistemas Eléctricos entre la Frontera de EE. UU. y México



Fuente: CFE

Los mayores flujos de exportación/importación de energía eléctrica entre México y EE. UU. se canalizan actualmente por las interconexiones SEN-WECC, ya que las conexiones ERCOT están diseñadas principalmente para ser usadas en caso de emergencias.

Interconexión SEN-WECC. El WECC se enlaza con el SEN en Baja California mediante dos subestaciones ubicadas en California (Miguel e Imperial Valley) a través de una interconexión síncrona y permanente, que permiten contar con una capacidad de 800 MW. Asimismo, existe otra interconexión SEN-WECC en la zona de Ciudad Juárez, mediante las subestaciones Insurgentes y Rivereña que se interconectan con dos subestaciones del lado estadounidense en la zona de El Paso, Texas. Esta última interconexión tiene una capacidad de 200 MW, es síncrona y opera sólo en situaciones de emergencia en un nivel de tensión de 115 kW.

Interconexión SEN-ERCOT. Esta interconexión es principalmente para emergencias, excepto la interconexión asíncrona entre las subestaciones Piedras Negras, Coahuila, y Eagle Pass en Texas que, si bien tiene el propósito principal de realizar intercambios en situaciones de emergencia, también puede operar en forma permanente.

Figura 7. Enlaces e Interconexiones Internacionales, 2007



Fuente: Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2016. SENER

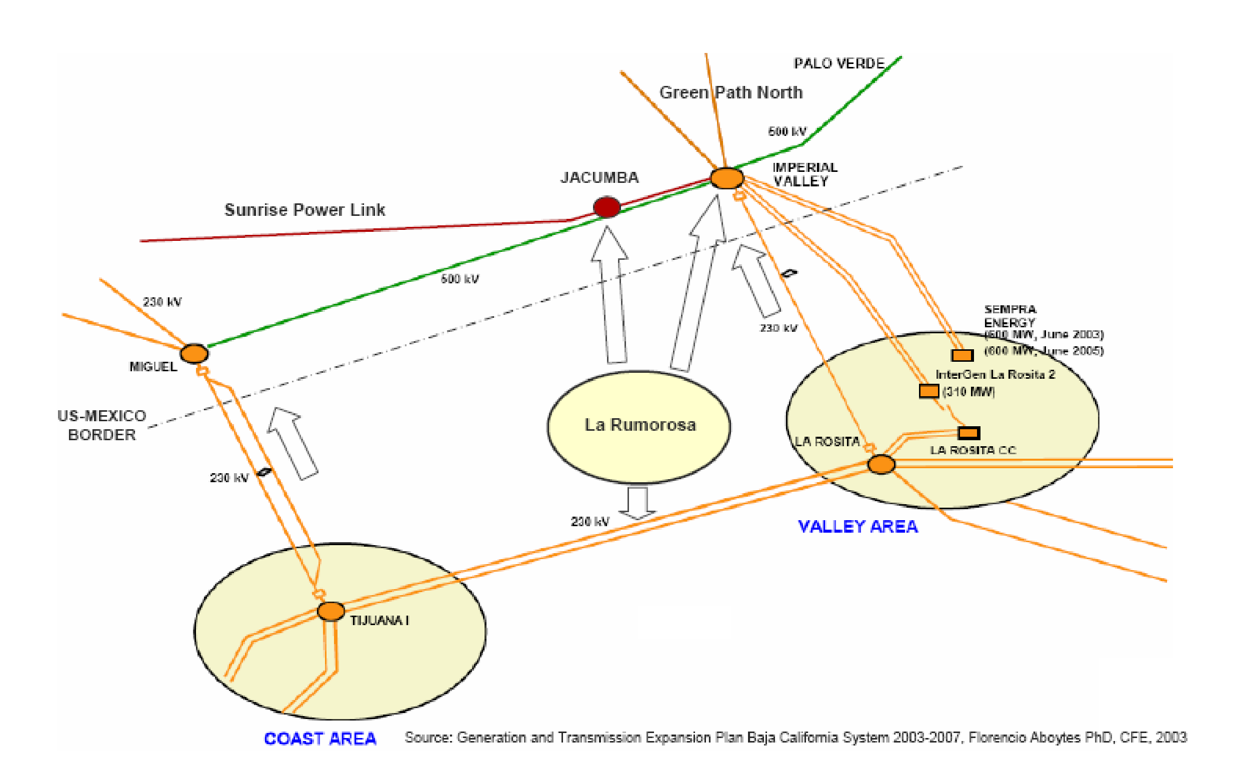
2.2 Interconexión California-Baja California

Además de la interconexión existente **SEN-WECC** descrita anteriormente, existen dos líneas privadas dedicadas, Intergen (310 MW) y Sempra (1,200 MW), conectadas a dos plantas de generación con base a gas natural situadas en el lado mexicano.

2.2.1 Infraestructura existente

La Figura 8 muestra un diagrama simplificado de la interconexión entre el área de Baja California y SDG&E, que está compuesta por dos enlaces de 230 kW, uno entre las subestaciones La Rosita-Imperial Valley y otro entre Tijuana I-Miguel. En la Figura 8 también se muestra la localización de la zona de desarrollo eólico La Rumorosa, entre las subestaciones La Rosita y Herradura. En el lado estadounidense, las subestaciones Imperial Valley y Miguel están conectadas por una línea de transmisión de 500 kW conocida como Southwest Power link (SWPL).

Figura 8. Red Eléctrica Principal entre CFE y SDG&E



Desde la década de los 80`s, SDG&E y la CFE operan conjuntamente las dos líneas de interconexión denominadas *WECC Path 45* (con capacidad para 800 MW) para la exportación de energía de de Baja California al mercado californiano. En la actualidad no

existen líneas de transmisión dedicadas para proyectos de generación de energía renovable en México para su exportación a California.

Como muestra la Figura 8, dos plantas de gas natural en el lado mexicano (La Rosita 2 – Intergen, 310 MW, y Termoeléctrica de Mexicali – Sempra, 1,200 MW), están conectadas directamente por líneas privadas a la red de California en la subestación de Imperial Valley.

2.2.2 Proyectos que mejorarán la capacidad de transmisión e interconexión en la frontera entre California y Baja California

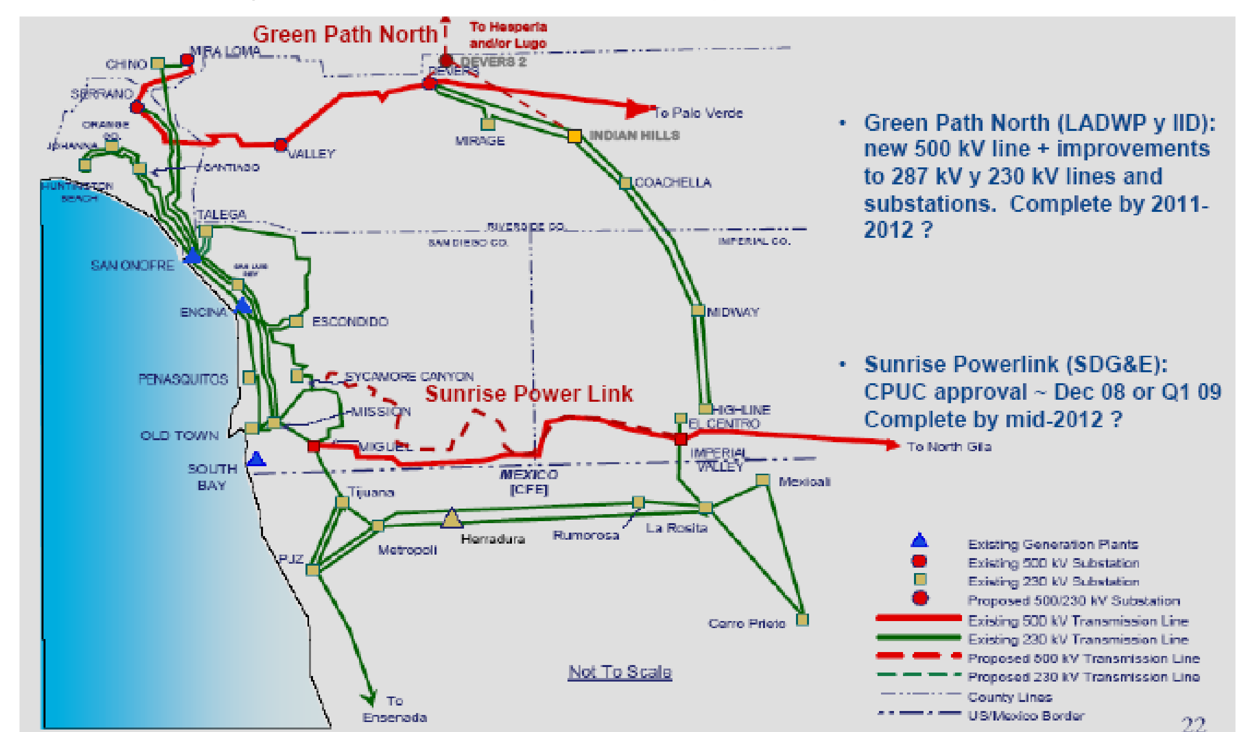
Los dos proyectos de mejora que actualmente está considerando el operador del sistema de California (CAISO) son:

a) El proyecto *Sunrise*, previsto para entrar en operación a mediados de 2012; y,

b) el proyecto *Green Path North* previsto para entrar en operación entre 2011 y 2012.

Cada uno de estos proyectos agregaría unos 1,200 MW de capacidad de transmisión, como se muestra en la Figura 9:

Figura 9. Proyectos de Mejora de la Capacidad de Interconexión



Fuente: N. Puga. Wind energy resource development along the Baja California-U.S. Border: progress and potential hurdles. Energy Border Forum XV 2008

2.2.3 Opciones de financiamiento para el desarrollo de la nueva capacidad de transmisión eléctrica

El desarrollo del potencial exportador de energía eólica, principalmente de Baja California al mercado californiano, requeriría necesariamente de la construcción de una nueva línea de transmisión en México que conecte a los generadores eólicos mexicanos con la red eléctrica de California. Un proyecto de este tipo es costoso y conlleva una variedad de opciones para el financiamiento de los dos tramos necesarios:

a) Tramo desde parques eólicos en México hasta la frontera de Baja California/California

Para la construcción y financiamiento del tramo de la línea que está en el lado mexicano, los desarrolladores tendrían tres opciones:

- Invertir independientemente ***recursos propios,*** como parte de sus respectivos proyectos de parque eólico, en la construcción de la línea, incorporando su recuperación en el precio ofertado a la(s) compañía(s) eléctrica(s) californiana(s) interesada(s) en comprar electricidad generada en México, que sea elegible bajo del programa RPS.

- Acordar con la CFE un proceso de ***Temporada Abierta***, agregando compromisos de compra de la capacidad de transmisión entre varios desarrolladores. Esta modalidad ya ha sido desarrollada con éxito en Oaxaca en el llamado corredor eólico del Istmo de Tehuantepec. En este caso, la CFE asumiría el costo de inversión requerido para la construcción de la línea de transmisión, con base en un compromiso de las empresas generadoras de comprar la capacidad de transmisión según sus necesidades y la suscripción de cartas de garantía para la reserva de capacidad de transmisión comprada, respaldando su pago en firme de conformidad con las tarifas que apruebe la CRE.

- Crear un ***consorcio*** de desarrolladores de parques eólicos para financiar la construcción de una línea de transmisión dedicada a la exportación de la electricidad elegible bajo el RPS. Se podría considerar la posibilidad de transferir a la CFE la propiedad de la línea, una vez que la misma no esté dedicada solamente a la exportación, sino que se haya conectado a la red de la CFE.

b) Tramo desde la frontera Baja California/California hasta el punto de conexión a la red eléctrica de California

En el caso del tramo de la línea del lado estadounidense, el desarrollador cuenta con tres opciones:

- Realizar la obra con ***recursos propios*** e incluir la recuperación de esta inversión en el precio ofertado a la(s) compañía(s) eléctrica(s) californiana(s) interesadas en comprar energía elegible dentro del programa RPS.

- La línea de transmisión podría ser desarrollada y financiada por la ***compañía eléctrica*** californiana que compra la energía y a la que se conecta la nueva línea de transmisión. Este tipo de inversión puede ser recuperada por la empresa eléctrica a través de su incorporación a las tarifas eléctricas. Las empresas de generación que utilizarían dicha línea de transmisión podrían también acordar reembolsar a la compañía eléctrica californiana una parte de la inversión realizada.

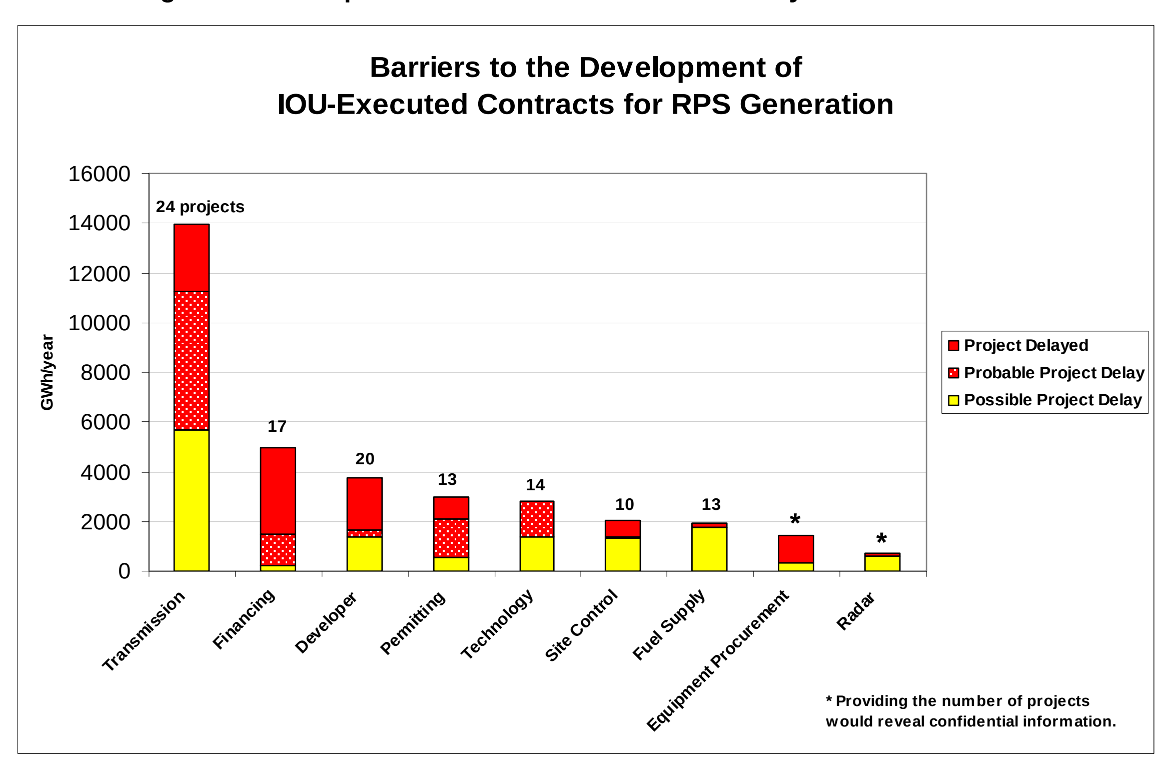
- ***Línea de Transmisión Multiusuario*** (*Multi-User Resource Trunkline*). Este concepto, aprobado por el regulador federal (FERC) en abril 2007, facilita a las compañías eléctricas dentro del área de control de CAISO el financiamiento de inversiones en líneas de transmisión para proyectos de energía renovable a través de una nueva modalidad de cargo de transmisión. Las líneas de transmisión multiusuario son definidas por la iniciativa RETI que se explica en detalle en la siguiente sección de este estudio. En síntesis, la recuperación de los costos de inversión se realiza a partir de los cargos por servicio de transmisión a los generadores que utilizan las líneas.

2.3 Iniciativa de transmisión de energía renovable (Renewable Energy Transmission Initiative-RETI)

En la actualidad, la expansión de la capacidad de transmisión del sistema eléctrico en California representa la mayor barrera al desarrollo y potencial cumplimiento del programa RPS en este Estado, según se muestra en la Figura 10.

La principal causa de este problema reside en los intereses opuestos de las compañías eléctricas y los desarrolladores de generación renovable. Por una parte, las compañías eléctricas no quieren construir líneas de transmisión hasta que la generación esté confirmada y los desarrolladores no quieren iniciar la construcción de plantas de generación hasta que esté confirmada la disponibilidad de las líneas de transmisión.

Figura 10. Principales Barreras al Desarrollo de Proyectos Renovables.



Fuente: CPUC (2008). California's Renewable Portfolio Standard.

Para intentar resolver este problema, se inició en el año 2007 la Iniciativa de Transmisión de Energía Renovable (RETI por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es identificar y cuantificar

los recursos energéticos renovables y económicamente viables localizados en Zonas Competitivas de Energías Renovables (CREZs en sus siglas en inglés) e identificar las necesidades de capacidad de transmisión eléctrica a los centros de consumo.

En esta iniciativa participan todas las partes interesadas en el mercado de energía eléctrica de California, a saber, el regulador (CPUC), la Comisión de la Energía (CEC), el operador del sistema (CAISO), las empresas eléctricas (IOUs y Munis), los desarrolladores de generación, grupos de presión ambientalistas y otras partes interesadas.

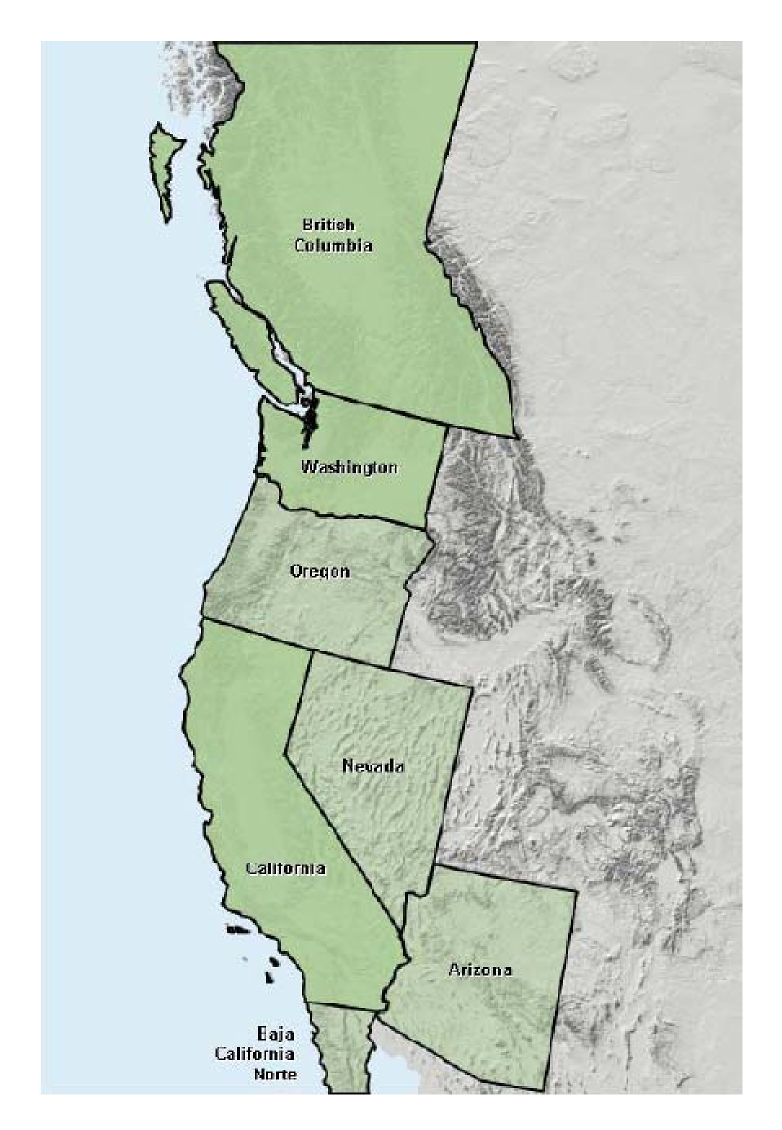
El proyecto está dividido en tres fases:

- **Fase 1 (2008)**: Identificación y ranking de las zonas con recursos energéticos renovables. Definición de las CREZs;
- **Fase 2 (2009)**: Planificación de las líneas de transmisión; y,
- **Fase 3 (2009 y ss)**: Desarrollo y explotación de los recursos de las CREZs y de las líneas de transmisión.

En el caso particular de las CREZs de California, se incluyen más de un tipo de energía renovable (e.g. solar, eólica, biomasa, etc.).

El ejercicio realizado por RETI ha identificado CREZs en California, Oregón, Washington, Nevada y Arizona, así como fuera de los EE. UU., en el estado de Baja California e Iritis Columbia en Canadá, como se muestra en la Figura 11:

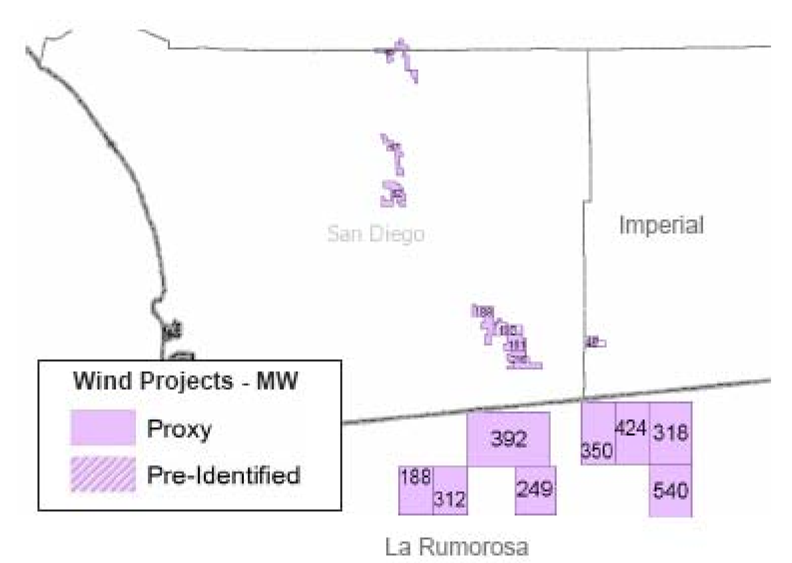
Figura 11. Áreas de Estudio de la Iniciativa RETI



En diciembre 2008 se publicó el documento final de la Fase 1 del RETI, con los resultados del análisis económico y ambiental de las CREZs. Este primer análisis muestra que se han identificado suficientes áreas de energía renovable económicamente viables que garantizarían la consecución de las metas de generación fijadas para el año 2020 por el estado de California. En ese estado se han identificado 29 CREZs con capacidad potencial agregada para generar unos 200,000 GWh/año. Las CREZ identificadas en las demás áreas analizadas tendría una capacidad potencial agregada de 110,000 GWh/año a partir de fuentes renovables de energía.

La Figura 12 muestra los resultados del análisis del potencial de energía eólica del estado de Baja California.

Figura 12. Proyectos de Energía Eólica Identificados en el estado de Baja California



Source: Renewable Energy Transmission Initiative RETI Phase 1B – Resource Report, DRAFT RESOURCE REPORTB&V Project Number 149148.0020

Estas CREZs se han clasificado atendiendo a un coste medio ponderado de clasificación[3] y a su impacto sobre el ambiente. En el caso de las CREZs de fuera del estado de California, no se ha desarrollado aún un análisis de impacto ambiental, por lo que sólo se ha podido determinar su viabilidad económica, según se establece en la Tabla 5.

Tabla 5. Análisis Económico de Recursos Renovables situados fuera de California

Región (CREZ)	Capacidad (MW)	Energía generada (GWh/año)	Coste medio ponderado de clasificación (US$/MWh)
Nevada	427	2,976	-21
Oregón	392	2,848	-19
Estado de Baja California*	2,368	7,633	-11
British Columbia**	340	1,553	-9

* La estimación del potencial es preliminar, existen evidencias de que el potencial puede ser sensiblemente mayor

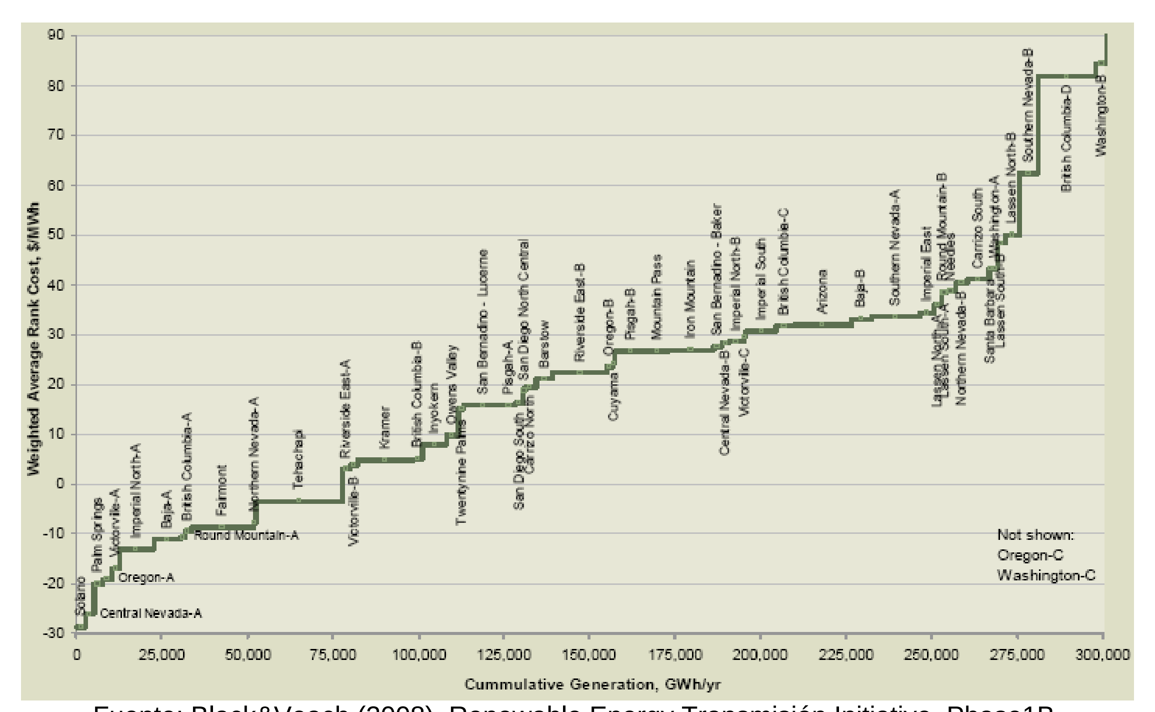
** 700 MW adicionales (1,040 MW en total) estaría disponibles a un coste relativamente competitivo de US$ 5/MWh

Fuente: Black & Veach (2008). Renewable Energy Transmisión Initiative. Phase1B.

3 Costo de clasificación ($/MWh) = Costo de generación + costo de transmisión + costo de conexión – valor de la energía – valor de la capacidad. El valor de la energía y la capacidad pretende calcular el costo de oportunidad ahorrado (en energía y en capacidad) por la utilización de una energía renovable. Al agregar estos potenciales beneficios, el costo de clasificación puede ser positivo o incluso negativo.

Según se puede observar, estos análisis de RETI establecen que el estado de Baja California cuenta con uno de los mejores recursos, ya que está situado en el puesto número siete en costo promedio ponderado de clasificación, aportando la tercera mayor cantidad de generación anual (7,633 GWh/año y 2,368 MW) de las 10 mejores CREZs.

Figura 13. Ranking de los CREZs según el Costo Promedio Ponderado de Clasificación



Fuente: Black&Veach (2008). Renewable Energy Transmisión Initiative. Phase1B.

Este análisis es aún más importante para México si se tiene en cuenta que hay una desventaja competitiva entre los recursos renovables en México y en EE. UU., ya que los primeros no cuentan aún con subsidios a la producción, mientras que los generadores de EE. UU. cuentan con un crédito fiscal para la generación limpia de $19/MWh. Si los proyectos en México tuvieran un crédito fiscal semejante, las CREZs de Baja California serían las opciones más competitivas de todas las analizadas, según se muestra en la Figura 13.

Una vez identificadas en la Fase 1 del RETI las áreas más prometedoras para la explotación de recursos renovables, la Fase 2 se focalizará en refinar los resultados de la fase 1 y definir la planificación de la infraestructura de transmisión necesaria para explotar las áreas seleccionadas. Este análisis servirá como entrada al proceso de planificación de CAISO del año 2009.

3 Marco legal y regulatorio para el intercambio de energía eléctrica entre los EE. UU. y México

3.1 El marco legal y regulatorio en México

La Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE), publicada en 1975, establece el ordenamiento legal de las actividades del sector eléctrico. En ella se determina que el gobierno, a través de sus entidades paraestatales CFE y LFC, tiene responsabilidad exclusiva para la generación, transmisión, transformación y distribución de electricidad.

En el año 1992, con el objetivo de incentivar la participación de particulares en la expansión del sistema eléctrico mexicano, se modificó la LSPEE incorporando diferentes modalidades de participación privada en la generación de energía eléctrica, incluyendo la actividad de exportación. Para desarrollar cualquiera de las actividades contempladas en la LSPEE, un agente privado debe solicitar el permiso correspondiente a la Comisión Reguladora de la Energía (CRE).

En síntesis, una empresa privada en México puede instalar capacidad de generación con destino a la exportación, siempre y cuando obtenga un permiso de la Comisión Reguladora de la Energía (CRE). Para ello debe contar con el respectivo contrato de compraventa de la energía eléctrica, probar que cuenta con la capacidad de transmisión necesaria y que la conexión con el sistema de la CFE no pone en peligro la estabilidad del mismo.

La LSPEE y el Reglamento de la LSPEE contienen ciertas disposiciones que regulan varios aspectos de la actividad de exportación de energía eléctrica, siendo los principales:

- ARTICULO 117: Exige que la planta de generación eléctrica exportadora presente un acuerdo de compraventa de energía eléctrica o una carta de interés entre el vendedor y el comprador extranjero.

- ARTICULO 118: Establece que, en caso de emergencia, la planta de generación debe vender la energía eléctrica producida en el mercado doméstico mexicano.

- ARTICULOS 84 y 119 – Reflejando lo establecido en el Articulo 36.III de la LSPEE, su Reglamento requiere que la CRE considere al emitir un permiso de exportación, el balance de oferta y demanda, así como el combustible utilizado por la unidad generadora. El desarrollador debe también proporcionar información sobre la interconexión con la red de la CFE y sobre la construcción de la red de transmisión necesaria para exportar la energía eléctrica generada. Esta información puede llevar a la CRE a denegar un permiso de exportación si considera que puede poner en peligro la estabilidad del sistema eléctrico nacional.

Adicionalmente, los inversionistas en parques eólicos en México deben cumplir con las regulaciones nacionales de protección al ambiente y otras formalidades a los tres niveles de gobierno: Federal, estatal y municipal.

3.2 El marco legal y regulatorio en los Estados Unidos aplicable a la importación de energía eólica

Para exportar energía eléctrica desde Baja California al mercado californiano, la empresa de generación deben cumplir con ciertos requisitos de las autoridades estadounidenses, entre los que destacan los siguientes: a) un permiso del Departamento de Energía en caso de construir una nueva línea de conexión internacional, b) un permiso de CAISO para conexión a la red de California y c) una certificación de elegibilidad para participar en programas aplicables del RPS, CPUC y CEC.

Una empresa interesada en exportar energía eólica de México a California tiene que solicitar una serie de permisos a diferentes instituciones estadounidenses, principalmente:

- **DOE -** Permiso para la construcción de una nueva línea de transmisión internacional, sólo en casos donde el intercambio de energía lleve asociado el desarrollo de una nueva línea de interconexión, lo que es pertinente en las actuales condiciones de la infraestructura de transmisión entre los dos países.

- **CAISO -** Permiso de conexión al sistema eléctrico de California otorgado por esta entidad operadora del sistema de California con base en un análisis de las posibles necesidades adicionales de inversión en capacidad de transmisión asociadas a la importación.

- **RPS de California -** Permiso para participar en el programa RPS de California**.** Este permiso requiere la participación de CPUC y la CEC, como entes reguladores, así como de otras entidades que deben revisar y aprobar los proyectos de las compañías eléctricas para la compra de energía renovable asociados a las metas del programa RPS.

3.2.1 Permiso de construcción de una nueva línea de transmisión internacional

Como entidad que emite los permisos para nuevas interconexiones internacionales, los principales criterios que aplican son: a) el impacto que la nueva línea de transmisión pueda tener sobre la confiabilidad del sistema eléctrico estadounidense y b) el impacto ambiental del proyecto.

El gobierno federal no regula las importaciones de electricidad, ya que los gobiernos estatales tienen jurisdicción sobre la regulación de sus respectivos sistemas eléctricos.

3.2.2 Permiso de conexión al sistema eléctrico de California

CAISO está desarrollando un proceso de reforma regulatoria para la interconexión de generadores a la red eléctrica, principalmente debido al considerable aumento en los últimos años de peticiones de interconexión de generadores a partir de fuentes renovables.

Desde el 2004, CAISO ha recibido 464 solicitudes de interconexión con la red de California, de las cuales 308 (67%) involucran fuentes renovables de energía, las cuales suelen encontrarse en áreas con una inadecuada infraestructura de transmisión eléctrica. De estas

solicitudes, 224 continúan en proceso e implican una capacidad agregada de 67,820 MW, de la cual 54,369 MW provienen de fuentes renovables. Esto, para un sistema eléctrico con un pico de demanda histórico de 50,270 MW según se establece en Tabla 6:

Tabla 6. Evolución Histórica de las Peticiones de Interconexión a CAISO

Petición de interconexión a CAISO	**Total**		**Renovable**		**No Renovable**	
	MW	**#**	**MW**	**#**	**MW**	**#**
2004	7,801	30	563	6	7,238	24
2005	8,855	33	3,029	16	5,826	17
2006	23,109	82	16,532	60	6,578	22
2007	41,798	135	23,795	81	18,003	54
2008	42,069	184	32,943	145	9,126	39
TOTAL	**123,632**	**464**	**76,862**	**308**	**46,771**	**156**
Activas	**67,820**	**224**	**54,369**	**188**	**13,451**	**36**

Fuente: CAISO Grids Interconnection Queue Feb-2009

Esta situación se debe a que se ha sobrepasado la capacidad de procesamiento de permisos de CAISO puesto que implica el análisis de cada proyecto, llevando a retrasos considerables en su adjudicación y, consecuentemente, a retrasos en la puesta en marcha de proyectos de energía renovable asociados al programa RPS. Para resolver esta situación, desde principios de 2008, CAISO está desarrollando una reforma del proceso de permisos de interconexión al sistema eléctrico, considerando los siguientes problemas principales del proceso de adjudicación de permisos:

- **Los proyectos se analizan de manera correlativa al orden de llegada de las solicitudes de permisos a CAISO**. El análisis de cada proyecto independientemente de otros proyectos de interconexión para los que se han solicitado permisos ha llevado a asignar de manera desproporcionada a los proyectos individuales el costo de las mejoras requeridas en la red de transmisión.

- **Los proyectos se analizan individualmente y no por grupos**. Al no analizarse las solicitudes por grupos con requerimientos similares, en aquellos casos en que los generadores retiran sus solicitudes, se hace necesario que CAISO revise otras propuestas que estén bajo consideración, incrementando su carga de trabajo y causando atrasos y mayores costos en el procesamiento de las solicitudes.

- **Pocas barreras y excesiva flexibilidad para la presentación de solicitudes de permisos a CAISO.** Los filtros de entrada para las solicitudes de interconexión son muy reducidos, tanto en términos monetarios (US $10,000) como en términos de requerimientos de información inicial. Esta excesiva flexibilidad y relativamente bajo costo, ha llevado a la proliferación de solicitudes en relación a muchos proyectos que en primera instancia pueden no ser viables.

Para resolver estos problemas, los principales objetivos de la reforma propuesta por CAISO son:

a) reducir el número de solicitudes atrasadas;

b) Las solicitudes deben demostrar que los proyectos de interconexión tendrían un costo y tiempo de ejecución razonables;

c) Buscar integrar de manera más eficiente los procesos de planificación de la transmisión con los de interconexión; y,

d) Asegurar que sólo accederán a la etapa de planificación de la transmisión aquellas solicitudes de interconexión relativas a proyectos de generación demostradamente viables.

Las principales características del nuevo proceso de solicitudes interconexión, que comenzó a aplicarse a partir del 2 de Junio de 2008, son las siguientes:

- Los proyectos serán analizados por grupos. En vez de realizar un estudio para cada proyecto, se abrirán periodos de recepción de proyectos y éstos se analizarán por grupos para aprovechar economías de escala y evitar la revisión constante de estudios de transmisión.

- Aumentar los requerimientos financieros para entrar en el proceso, así como las multas por retirar una solicitud;

- Establecer obligaciones de pago asociadas a las mejoras del sistema de transmisión antes de proceder a la firma del acuerdo de interconexión; y,

- Sólo los proyectos viables con acuerdos de interconexión firmados formarán parte del proceso de planificación de la transmisión a cargo de CAISO.

Con base a estos nuevos elementos, CAISO pretende acelerar y hacer más eficientes los procesos de interconexión a la red.

3.2.3 Marco regulatorio para la exportación de energía eléctrica de México a EE. UU. bajo el programa RPS

Un desarrollador de una planta de generación eléctrica con fuente renovable en México que tenga la intención de exportar a California bajo el programa RPS, debe obtener un certificado bianual de elegibilidad.

Para ello, el proyecto de energía renovable debe cumplir con una serie de requerimientos:

- La planta de generación debe estar conectada al sistema WECC de transmisión;

- Debe existir un contrato de compra/venta para la venta de la energía que se exportará al mercado californiano;

- El generador debe autorizar el monitoreo e inspección de sus instalaciones por los responsables del programa RPS; y,

- Toda instalación de generación que haya comenzado o vaya a comenzar a operar después del 1 de enero del 2005, debe demostrar que no viola ningún estándar o requerimiento ambiental establecido en las leyes y reglamentos de California.

Para cumplir con el requerimiento relativo a la protección del ambiente, el solicitante debe proporcionar lo siguiente:

- Una lista completa describiendo el cumplimiento de todas las leyes ambientales de California (LORS4 en sus siglas en inglés) que serán aplicables si dicha instalación estuviese localizada en California.

- Una evaluación del impacto ambiental del desarrollo y operación de la instalación acorde a dichas LORS.

- Una explicación de cómo el desarrollador va a cumplir con las LORS, incluyendo las medidas potenciales de mitigación aplicables.

[4] LORS: Laws, Ordinances, Regulations, and Standards

4 Análisis de barreras competitivas a la exportación de energía eólica de México a los EE. UU.

En México, una empresa de generación de energía a partir de fuentes renovables enfrenta una serie de barreras regulatorias y técnicas/financieras, relativas al cumplimiento de normas ambientales a ambos lados de la frontera y a costos e inversiones adicionales que deben enfrentar los proyectos en México.

Las principales barreras son de carácter regulatorio, principalmente:

a) Se debe demostrar que se cumplen con las leyes y regulaciones ambientales tanto de México como de los EE. UU.;

b) Regulaciones mexicanas que impiden a la CFE atender adecuadamente las necesidades de transmisión eléctrica de los parques eólicos de Baja California y Baja California Sur orientados a la exportación de electricidad a los EE.UU.;

c) No gozan de los mismos incentivos que sus competidores en EE. UU., donde las empresas que generan electricidad con base en fuentes renovables de energía, cuentan con un crédito a la producción de $19/MWh.

4.1 Barreras para el cumplimiento de normas ambientales a ambos lados de la frontera

Los desarrolladores de parques eólicos en México que quieran exportar electricidad a California deben cumplir las leyes, ordenanzas, regulaciones y estándares ambientales mexicanos a los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. No obstante que los estándares ambientales mexicanos reflejan por lo general las mejores prácticas internacionales en la materia, también deben demostrar que sus proyectos cumplen de manera igualmente específica con las LORS de California, tal como si la planta estuviese localizada en dicho Estado

Este doble requerimiento, mexicano y californiano, de cumplimiento regulatorio ambiental tiene un alto costo que resta competitividad al desarrollo de parques eólicos mexicanos orientados a la exportación a California, no obstante las similitudes entre las regulaciones aplicables en ambas jurisdicciones. Este mayor costo es recurrente en términos de requerimientos de evaluaciones periódicas del cumplimiento ambiental de los parques eólicos en etapa de producción.

En el caso de los parques eólicos mexicanos son aplicables al nivel federal la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Ecológicas Oficiales Mexicanas, incluyendo una nueva norma específica sobre parques eólicos: Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-151-SEMARNAT-2006. Son también aplicables las regulaciones estatales y municipales, dependiendo de la localización de los proyectos de parques eólicos en construcción y producción.

4.2 Limitantes legales a la inversión de la CFE en líneas de transmisión eléctrica

La legislación mexicana limita la habilidad de la CFE para construir líneas de transmisión al abastecimiento del servicio público nacional, no permitiendo que invierta en el desarrollo de líneas de transmisión dedicadas exclusivamente a uso privado, como sería el caso de los proyectos privados de generación y exportación de electricidad, entre los que se encuentran los parques eólicos para venta de energía en el mercado californiano.

Esta limitante afecta el costo de inversión de proyectos eólicos en localidades, como las de Baja California, que no cuentan con líneas de transmisión hasta la frontera con capacidad suficiente. Esto incide sobre su competitividad en relación con generadores eólicos en EE. UU. que cuentan con mecanismos que facilitan de manera directa o indirecta la recuperación de inversiones en proyectos de transmisión o interconexión ya sea sobre bases contractuales o tarifarias, como se ha comentado en la sección 2.2.3. de este estudio.

4.3 Barreras técnico-económicas a la competitividad de los parques eólicos en México

Otras barreras a la competitividad de los parques eólicos en México, son de carácter técnico o económico, destacándose las siguientes:

a) Ausencia de subsidios a la generación renovable en México

Los generadores de energía renovable en México no tienen acceso a subsidios oficiales a la producción, lo que representa una importante desventaja competitiva con respecto a los desarrolladores en Estados Unidos, quienes disponen de un crédito fiscal (PTC) de $19/MWh, lo que equivale en promedio a entre un 25% a 30% del costo de generación.

b) Incertidumbre sobre los costos de transmisión de la CFE

No existe certidumbre sobre las tarifas de transmisión de electricidad de fuentes eólicas que aplicaría la CFE en el caso de uso de sus líneas para la exportación de electricidad a EE.UU. Si bien ésta es una situación que se aclararía con el tiempo una vez que exista una oferta exportable importante de electricidad de origen eólico y la CFE haya construido las líneas de transmisión necesarias, por el momento no se cuenta con información sobre los costos de transmisión que aplicaría la CFE, lo que dificulta los análisis de pre-factibilidad o factibilidad de los proyectos. En el caso de Oaxaca, así como de otras regiones mexicanas, es razonablemente presumible que los costos de transmisión hasta el mercado de EE. UU. estarían bajo el control de la CFE, al tener ésta que evaluar el impacto de carga de la generación eólica exportable sobre su red nacional.

c) Atrasos en la interconexión del SIN con el sistema de Baja California

Como tema relacionado, el retraso en la conexión del SIN con el sistema de Baja California representa un problema técnico que no permite a los proyectos eólicos en diversas regiones de México la posibilidad de iniciar flujos de exportación de electricidad a los mercados de EE UU. Esto es aún más crítico dada la baja capacidad actual de las líneas de transmisión

existentes en Baja California. A pesar de sus claros beneficios potenciales, tanto en relación al consumo nacional como a la exportación al mercado californiano, esta interconexión se ha retrasado continuamente a lo largo de muchos años lo que genera incertidumbre para los exportadores potenciales de energía eólica mexicanos, al no existir condiciones para cerrar contratos de compra/venta de energía con importadores potenciales del otro lado de la frontera. En la actualidad, está prevista la construcción de una línea de interconexión en corriente continua que entraría en operación hasta el 2013 y que permitiría intercambios de energía entre los sistemas de México y de EE. UU. Esto representa una pérdida de oportunidades de contratos de exportación para los parques eólicos mexicanos que entren en operación en el período 2009-2013.

d) Incertidumbre sobre los procesos de licencia y construcción de las obras de mejora de la red eléctrica de California

Como se ha comentado en la sección 1.3. de este estudio, los proyectos de mejora que actualmente está considerando CAISO (*Sunrise*, y *Green Path North)* podrían agregar hasta 2,400 MW de capacidad de interconexión entre México y EE. UU. Sin embargo, existe considerable incertidumbre sobre los procesos de implementación de estos proyectos, tanto para la obtención de permisos, como para la construcción y puesta en marcha de sus líneas de transmisión, dificultando así el desarrollo de los parques eólicos en Baja California que podrían verse beneficiados de dicha infraestructura que en principio se completaría para el 2012.

5 Conclusiones y recomendaciones

Este informe muestra que existe un considerable potencial de exportación de energía eólica de México a EE. UU., concentrado especialmente en la frontera Baja California/California.

Sin embargo, existe una serie de barreras especialmente asociadas a la construcción de la transmisión eléctrica necesaria para canalizar la nueva capacidad que los proyectos de generación eólica, principalmente los de Baja California, conforme se vayan desarrollando en los próximos años.

La identificación de dichas barreras destaca la importancia de mejorar la cooperación entre las diferentes instituciones del mercado eléctrico a ambos lados de la frontera: Las autoridades regulatorias (CPUC, CEC, CAISO y CRE) así como las compañías eléctricas (SDG&E, SCE y CFE) y los desarrolladores de proyectos.

En esta sección se sugieren una serie de medidas que pueden contribuir a superar o disminuir las barreras al desarrollo de la energía eólica de Baja California, y de otras regiones mexicanas, con destino a la exportación al mercado californiano.

1) **Revisión del marco regulatorio asociado a la exportación de energía eólica a EE. UU.**

Se considera necesario un esfuerzo concertado de simplificación regulatoria entre las autoridades mexicanas y sus contrapartes de EE. UU., particularmente la CEC, de manera que los desarrolladores mexicanos puedan demostrar sin duplicaciones costosas que sus instalaciones cumplen tanto con los requerimientos ambientales mexicanos como con las LORS californianas, considerando que en la práctica en ambos casos se exigen niveles básicamente similares de protección ambiental.

A mediano plazo, este esfuerzo conjunto podría llevar a armonizar las regulaciones en esta materia, consolidando así el proceso inicial de simplificación de requerimientos regulatorios.

2) **Establecer un marco de financiamiento competitivo.**

La CFE y la CRE deberían también desarrollar un marco concertado para el financiamiento de infraestructura de transmisión eléctrica internacional, que sea más flexible y permita asociaciones público/privadas y ofrezca niveles similares de competitividad a los desarrolladores a ambos lados de la frontera.

Como se comenta en Sección 4.2. de este estudio, en la actualidad la CFE no puede ser propietaria de líneas de transmisión dedicadas exclusivamente a la exportación de energía eléctrica producida por agentes privados, al no considerarse esta actividad un servicio público nacional.

Una posibilidad sería de realizar en Baja California un proceso de Temporada Abierta, como el que se ha aplicado en el caso de la producción eólica en el Istmo de Tehuantepec, para permitir el cofinanciamiento de proyectos de transmisión por los generadores y la CFE, la que podría también transmitir por estas líneas electricidad producida por sus propios proyectos de generación con base a fuentes eólicas u otras fuentes de energía renovables aceptables bajo las regulaciones de importación de California o, en general, de EE. UU.

Otra posibilidad es la de permitir que un desarrollador de parques eólicos en México pueda transferir a la CFE la propiedad de la infraestructura de transmisión que haya financiado, una vez que dicha línea no esté dedicada solamente a la exportación, sino que se haya conectado a la red de la CFE.

3) <u>Eliminar diversas barreras y cuellos de botella que afectan el potencial de exportación a EE. UU. de energía producida a partir de fuentes eólicas y otras fuentes renovables</u>

Entre estas barreras y cuellos de botella destacan las siguientes:

a) Las diversas autoridades regulatorias del sector eléctrico en California (CPUC, CEC y CAISO) deben promover el desarrollo de mejoras en las líneas de transmisión de la red de California que alivien ciertos cuellos de botella que dificultan el incremento de las importaciones bajo el RPS de electricidad generada con fuentes renovables de energía en México y, en particular, la energía eólica. De especial importancia son: La aceleración de los procesos de los proyectos *Sunrise* y *Green Path North*, que permitirían aumentar la capacidad de interconexión hasta 2,400 MW, lo que tendría efectos favorables sobre las exportaciones desde México.

b) Se debe promover la construcción de nuevas líneas de transmisión internacionales. Para ello, la iniciativa RETI serviría de base para mejorar el proceso de identificación de alternativas y de planificación e identificación, al ya haber sido incluida la región de Baja California en el estudio inicial de la Fase I del RETI. Este esfuerzo se debería complementar con una mejor coordinación entre la CFE y las diferentes instituciones del mercado eléctrico en California para explorar diversas opciones de financiamiento.

c) La CFE debería acelerar el proceso de interconexión del SIN con el de Baja California. Esto permitiría, entre otros beneficios, incrementar la capacidad de exportación de México a EE. UU., en especial, podría dar una salida alternativa a recursos de energía renovable asociados al SIN. Se había estimado que esta interconexión entraría en operación en el año 2011. Sin embargo, en los sucesivos ejercicios anuales de planificación de la CFE, se ha ido retrasando y en la *Prospectiva del Sector Eléctrico 2008-2017* se menciona que podría entrar en operación en 2013. Naturalmente, los beneficios de esta interconexión para las exportaciones eólicas de México guardan estrecha relación y están condicionados a un incremento correspondiente en la capacidad de transmisión e interconexión fronteriza en Baja California.

d) Sería necesario clarificar el esquema de requerimientos del programa RPS para que puedan participar proyectos de energía renovable que transporten energía eléctrica a través de la red de la CFE, en lugar de líneas de transmisión dedicadas.

e) Se debe ofrecer a los desarrolladores potenciales de parques eólicos de exportación en México programas de capacitación y difusión sobre opciones de transmisión, mejorando el nivel actual de información sobre la situación a ambos lados de la frontera, los procesos regulatorios asociados y las posibles fuentes de financiamiento, teniendo en cuenta que es poco probable que los desarrolladores asuman el riesgo de construir parques eólicos sin la garantía de que se podrá exportar dicha energía a los centros de consumo en California. Para mejorar el conocimiento de estas alternativas se podrían

organizar talleres y convocar foros con la participación de entidades reguladoras y compañías eléctricas de California, de manera que estas actividades sean también vehículos para fomentar el cierre de acuerdos de negocios de exportación de energía eólica;

f) Se deben impulsar esfuerzos para la más pronta reglamentación por el gobierno federal mexicano de la nueva iniciativa legislativa - LAERFTE[5]**.** Esta reglamentación deberá incluir disposiciones para que las exportaciones mexicanas de energía generada con fuentes renovables sean beneficiarias del Fondo Verde. La creación de este Fondo estáa considerada en esta nueva legislación con el propósito específico de promover la competividad de proyectos localizados en México frente a los proyectos localizados en EE. UU., cuyos desarrolladores reciben un crédito fiscal de US $ 19/MWh. En este caso, los recursos del Fondo Verde se aplicarían a un subsidio equivalente al beneficio de los generadores en EE. UU.

4) <u>Promover activamente la participación de proyectos eólicos mexicanos, tanto para la exportación a EE. UU. como para el mercado doméstico, en los mercados internacionales de carbono, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio u otros mecanismos e iniciativas similares</u>

La participación de los proyectos en los mercados internacionales de carbono, ya sea a través del MDL u otros mecanismos, permitiría un mejor retorno económico para los desarrolladores, al tiempo que contribuiría a que los proyectos se enfoquen sobre la protección del medio ambiente y la mitigación del cambio climático. Los mercados nacionales e internacionales para la venta de certificados de reducciones de emisiones de CO_2 equivalente, conocidos como CERTs, están bien establecidos, tanto para proyectos individuales como para iniciativas programáticas que incorporen varios proyectos.

A pesar de representar un incentivo financiero al desarrollo de energías renovables, es importante tener en cuenta que los ingresos derivados de los mecanismos de los mercados de carbono orientados a la protección ambiental y a la mitigación del cambio climático serían solamente recursos complementarios y limitados en términos de la factibilidad económica y rentabilidad básica de los proyectos.

Dado que la decisión de inversión en un parque eólico está más íntimamente ligada a los ingresos y la rentabilidad previstos por la venta de energía eléctrica, las decisiones de los proyectos en Baja California están enfocadas sobre su calificación bajo el RPS, más que sobre su participación en los mercados de carbono. Como consecuencia, sólo dos proyectos relativamente menores localizados en Baja California participan en el MDL (Baja California 2000 de 10 MW y *Loreto Bay Wind Farm* Project de 20 MW), mientras que todos los demás proyectos eólicos mexicanos que participan en el MDL están localizados en Oaxaca donde aún no existen condiciones para exportar energía a los EE.UU., dadas las barreras de transmisión, interconexión, de demanda prácticamente inexistente en el mercado de Texas y posibles barreras de cumplimiento regulatorio discutidas anteriormente en este estudio.

---

[5] Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética

6 Referencias

- AWEA (2008). Wind Energy for a New Era. An agenda for the new president and congress. Washington, DC
- Black&Veach (2008). Renewable Energy Transmission Initiative. Phase1A. RETI Coordination Committee.
- Black&Veach (2008). Renewable Energy Transmission Initiative. Phase1B. RETI Coordination Committee.
- CAISO (2008). California ISO Generator Interconectem Manual.
- CAISO (2008). Generation Interconnection Process Reform (GIPR). Draft Proposal
- CFE (2008). Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico. 2008-2017. Dirección General. Subdirección de Programación. Gerencia de Programación de Sistemas Eléctricos.
- CFE (2008). Expansión de la red de transmisión en el Istmo de Tehuantepec. Dirección General. Subdirección de Programación.
- CFE (2008). Evolución del Sistema Eléctrico Nacional: Energía renovable y eficiencia energética. Dirección General. Subdirección de Programación.
- CPUC (2008). California's Renewable Portfolio Standard.
- Dmohowski, M (2008). Sempra Energy and Navajo Wind. Presentation to Arizona Wind Working Group. Sempra Energy.
- Garza, S. (2008). Panorama General de la Energía Eólica en México. Presentación en el Border Energy Forum. Monterrey, NL. Asociación Mexicana de la Energía Eólica.
- Meter, D. (2008). Generation Interconnection Reform Initiative. Presentación al RETI Stakeholder Steering Committee. California ISO
- Puga, N. (2007). Recent Developments in US-Mexico Electricity Trade: A Tale of Two Borders. Presentación en el Border Energy Forum XIV. San Diego, CA. Bates&White.
- Puga, N. (2008). Challenges and Opportunities to Deliver Renewable Energy from Baja California Norte to California. California, California Energy Commission.
- Puga, N. (2008). Wind energy resource development along the Baja California-U.S. Border: progress and potential hurdles. Presentación en el Border Energy Forum XV. Monterrey, NL. Bates&White.

- Secretaría de Economía (2008). Corredor eólico del Istmo de Tehuantepec. Oaxaca.

- Secretaría de Energía (2008). Prospectiva del Sector Eléctrico 2008 – 2017. México, DF, Dirección de Planeación Energética. Secretaría de Energía.

- Smutny-Jones, R. (2008). CAISO. Transmission Perspectives. Presentación en la Western Conference of Public Service Commissioners. California ISO

- Willis, M. (2005). Energy Supply and Demand Assessment for the Border Region. California, California Energy Commission.

7 Glosario

CAISO	*California Independent System Operator*. Operador independiente del sistema de California
CEC	*California Energy Commission*. Comisión de la energía de California
CFE	Comisión Federal de la Electricidad
CRE	Comisión Reguladora de la Energía
CPUC	*California Public Utilities Commission*. Comisión de empresas de servicio público de California
DOE	*Department of Energy*. Departamento de Energía
ERCOT	*Electric Reliability Council of Texas*. Consejo de confiabilidad eléctrica de Texas
FERC	*Federal Energy Regulatory Commission*. Comisión federal reguladora de la energía
LARFE	Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética
LORS	*Laws, Ordinances, Regulations and Standards.* Leyes, Ordenanzas, Regulaciones y Estándares.
PTC	*Production Tax Credit*. Crédito fiscal a la generación de energía renovable
RETI	*Renewable Energy Transmisión Initiative*. Iniciativa de transmisión de energía renovable
RPS	*Renewables Portfolio Standard.* Metas de generación renovable
SDG&E	*San Diego Gas & Electric*
SEMARNAT	*Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*
SENER	*Secretaría de Energía*
SWPL	*Southwest Power Link*
WECC	*Western Electricity Coordinating Council*. Consejo occidental de coordinación eléctrica

U.S. Agency for International Development
1300 Pennsylvania Avenue, NW
Washington, DC 20523
Tel: (202) 712-0000
Fax: (202) 216-3524
www.usaid.gov